

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2003-188156  
 (43) Date of publication of application : 04.07.2003

(51) Int.Cl. H01L 21/3065  
 H05B 33/14

(21) Application number : 2002-311625  
 (22) Date of filing : 25.10.2002

(71) Applicant : KOREA INST OF SCIENCE & TECHNOLOGY  
 (72) Inventor : SAI GENKOKU  
 CHO KEICHIN  
 SONG JAE-HOON  
 OH HEE-BUM  
 YOON DEOK-JOO

(30) Priority

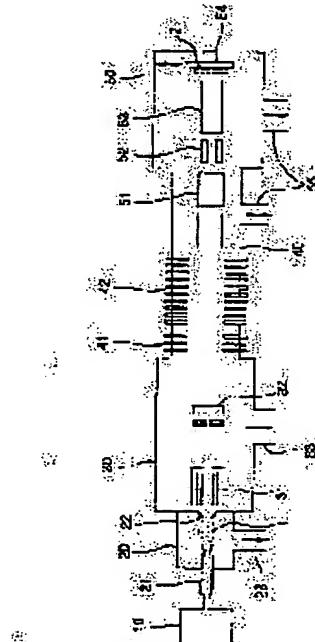
Priority number : 2001 200166053 ??? Priority date : 25.10.2001 ??? Priority country : KR

## (54) THIN-FILM SURFACE TREATMENT SYSTEM AND METHOD

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To radiate an ion beam onto the surface of a thin-film sample to level the surface of the sample while ionizing a working gas in a clustered state as well as accelerating it.

**SOLUTION:** The system is comprised of a working gas supply unit 10 that supplies a working gas, a reduction/expansion nozzle 21 that changes the supplied working gas to a clustered state, a diffusion chamber 20 that is connected to the nozzle to diffuse the clustered working gas, a skimmer 22 that is connected to the chamber to select/extract a part of the clustered working gas, a source chamber 30 equipped with an ionization unit 31 that ionizes the selected and extracted clustered working gas, an acceleration chamber 40 comprising a lens 41 that increases the density of the cluster ion having ionized the working gas and an accelerator 42 that accelerates the cluster ion, and a chamber 50 for the step of leveling the surface of a thin-film sample 2 by irradiating an ion beam of the accelerated cluster ion onto its surface.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.07.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-188156

(P 2003-188156 A)

(43) 公開日 平成15年7月4日(2003.7.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/3065  
H05B 33/14

識別記号

F I  
H05B 33/14  
H01L 21/302

A 3K007  
105  
B 5F004

マーク (参考)

審査請求 有 請求項の数17 O.L (全8頁)<sup>7</sup>

(21) 出願番号 特願2002-311625 (P 2002-311625)  
(22) 出願日 平成14年10月25日 (2002.10.25)  
(31) 優先権主張番号 2001-66053  
(32) 優先日 平成13年10月25日 (2001.10.25)  
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 399101854  
コリア インスティテュート オブ サイ  
エンス アンド テクノロジー  
大韓民国, ソウル 136-130, スンブク  
ク, ハウォルコックードン 39-1

(72) 発明者 崔 源 國  
大韓民国ソウル特別市陽川區木5洞木洞ア  
パート322-306

(72) 発明者 丁 炜 鎮  
大韓民国ソウル特別市江南區清潭洞三星清  
潭公園アパート107-202

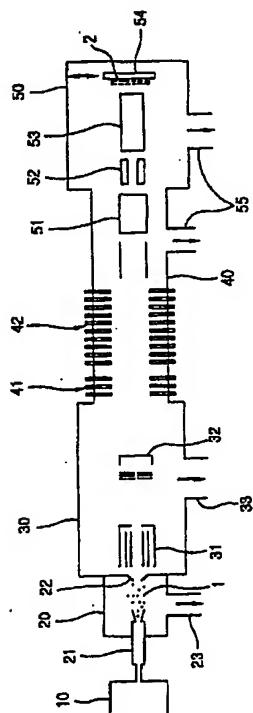
(74) 代理人 100078330  
弁理士 笹島 富二雄 (外1名)  
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜表面処理システム及び薄膜表面処理方法

(57) 【要約】

【課題】 クラスタ状態の作動ガスをイオン化すると共に加速させて薄膜試料の表面にイオンビームを照射して、試料の表面を平坦化する。

【解決手段】 作動ガスを供給する作動ガス供給装置10と、該供給される作動ガスをクラスタ状態に変化させる縮小拡張ノズル21と、これに連結され前記クラスタ状態の作動ガスを拡散する拡散チャンバー20と、これに連結され前記クラスタ状態の作動ガスの一部を選別・抽出するスキマー22と、その選別・抽出されたクラスタ状態の作動ガスをイオン化させるイオン化装置31を備えたソースチャンバー30と、前記作動ガスをイオン化させたクラスタイオンの密度を上昇させるレンズ41及び前記クラスタイオンを加速させる加速装置42を備えた加速チャンバー40と、前記加速されたクラスタイオンのイオンビームが薄膜試料2の表面に照射されて該試料2の表面を平坦化する工程チャンバー50とを包んで成るものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】作動ガスを供給する作動ガス供給装置と、該作動ガス供給装置から供給される作動ガスをクラスタ状態に変化させる縮小拡張ノズルと、該縮小拡張ノズルに連結され前記クラスタ状態の作動ガスを拡散する拡散チャンバーと、該拡散チャンバーに連結され前記クラスタ状態の作動ガスの一部を選別・抽出するスキマーと、該スキマーにより選別・抽出されたクラスタ状態の作動ガスをイオン化させるイオン化装置を備えたソースチャンバーと、前記作動ガスをイオン化させたクラスタイオンの密度を上昇させるレンズ及び前記クラスタイオンを加速させる加速装置を備えた加速チャンバーと、前記加速されたクラスタイオンのイオンビームが薄膜試料の表面に照射されて該試料の表面を平坦化するための工程チャンバーと、を包含して構成され、クラスタイオンのイオンビームを利用して試料の表面を平坦化することを特徴とする薄膜表面処理システム。

【請求項2】上記加速チャンバーと工程チャンバーとの間に設けられ、前記加速されたクラスタ状態の作動ガスが噴射される位置を調節するためのスキャナーを追加して包含することを特徴とする請求項1記載の薄膜表面処理システム。

【請求項3】上記工程チャンバーの内部には、噴射される前記作動ガスの電流密度を測定するファラデー箱を追加して備えたことを特徴とする請求項1記載の薄膜表面処理システム。

【請求項4】上記工程チャンバーの内部に永久磁石を配置して、上記加速されたクラスタ状態の作動ガス中、軽いモノマーイオンを除去するようにしたことを特徴とする請求項3記載の薄膜表面処理システム。

【請求項5】上記工程チャンバーの内部には、上記噴射される作動ガスのクラスタの大きさを測定するチャンネルトロンを追加して備えたことを特徴とする請求項3又は4記載の薄膜表面処理システム。

【請求項6】上記作動ガスは、CO<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、Ar、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>Oから選択されることを特徴とする請求項1記載の薄膜表面処理システム。

【請求項7】上記作動ガス供給装置内の圧力は、作動ガスのクラスタ生成圧力より高く維持されることを特徴とする請求項1記載の薄膜表面処理システム。

【請求項8】上記レンズは、インジエルレンズであることを特徴とする請求項1記載の薄膜表面処理システム。

【請求項9】作動ガスを供給して縮小拡張ノズルを通して拡散チャンバーの内部で断熱膨脹させてクラスタを形成させるクラスタ形成工程と、前記形成されたクラスタを選別・抽出する抽出工程と、前記選別・抽出されたクラスタをイオン化させるイオン化工程と、前記イオン化されたクラスタを加速させる加速工程と、前記加速されたクラスタを薄膜試料の表面に照射して表面を平坦化させる平坦化工程と、を順次行い、クラスタイオンのイオンビームを利用して試料の表面を平坦化することを特徴とする薄膜表面処理方法。

【請求項10】上記加速工程の後に、上記加速されたクラスタの照射位置を調節する工程が追加して行われることを特徴とする請求項9記載の薄膜表面処理方法。

10

【請求項11】上記平坦化工程の前に、永久磁石を使用して軽いモノマーイオンを除去して照射されるクラスタを均一化させる工程が追加して行われることを特徴とする請求項9又は10記載の薄膜表面処理方法。

【請求項12】上記イオン化工程の後に、上記イオン化されたクラスタをフォーカシングする工程が追加して行われることを特徴とする請求項9記載の薄膜表面処理方法。

【請求項13】上記イオン化されたクラスタをインジエルレンズを使用してフォーカシングすることを特徴とする請求項12記載の薄膜表面処理方法。

【請求項14】上記照射されるクラスタの電荷密度を測定して、薄膜試料の表面に照射されるクラスタの電荷密度を調節することを特徴とする請求項9記載の薄膜表面処理方法。

【請求項15】上記照射されるクラスタの大きさを測定して、薄膜試料の表面に照射されるクラスタの大きさを調節することを特徴とする請求項9記載の薄膜表面処理方法。

【請求項16】上記作動ガスは、CO<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、Ar、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>Oから選択されることを特徴とする請求項9記載の薄膜表面処理方法。

【請求項17】上記作動ガスを供給する圧力は、作動ガスのクラスタ生成圧力より高く維持することを特徴とする請求項9記載の薄膜表面処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インジウム錫酸化物（以下、「ITO」と略称する）の透明導電膜などの薄膜表面を処理する薄膜表面処理システム及び薄膜表面処理方法に係るもので、詳しくは、クラスタ状態の作動ガスをイオン化すると共に、加速させて薄膜試料の表面にイオンビームを照射することで、試料の表面を平坦化する薄膜表面処理システム及び薄膜表面処理方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、ITO薄膜又はULSI（ultra large scale integration）半導体製造工程に使用される材料としての薄膜の表面は、高度な平坦度を有しなければならないため、その表面を平坦化させる方法として、プラズマ又はイオンビームが使用されている。そして、従

来、プラズマ及びイオンビームを利用して薄膜表面を平坦化させる方法は、單原子を利用した工程であって、スパッタリングの収率が低いため、高密度のプラズマ及び高電流密度のイオン源が必要となる。

【0003】また、表面を洗浄する場合に、單原子物質が衝突するとき所要の深さ以上に浸透して不良が発生することがあり、半導体製造工程時に製品の品質が低下するおそれがあった。さらに、ITO薄膜は、表面に微小突部(hilllock)が存在する場合に、該微小突部に対して強い電場が集中するようになるために、有機EL(Organic ElectroLuminescence)などの透明電極として使用するときは、その微小突部を除去しなければ均一な色相を得ることができず、寿命を延長することができなくなる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような微小突部を除去する従来の方法は、高密度プラズマ及びイオンビームなどを利用するが、スパッタリングにより不必要な所までイオンが浸透されることで、漏洩経路(leakage path)を形成して電気的性質が悪化するという問題があった。また、化学機械ポリッシング(chemical mechanical polishing)の場合に、スラリーの大きさ及び種類を変えて使用するが、スラリーが高価であることから、コストが上昇するという問題があった。

【0005】そこで、本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたもので、作動ガスをクラスタ状態に変化させて、クラスタ状態の作動ガスをイオン化すると共に、加速させて薄膜試料の表面にイオンビームを照射することで、試料の表面を平坦化する薄膜表面処理システム及び薄膜表面処理方法を提供することを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明による薄膜表面処理システムは、作動ガスを供給する作動ガス供給装置と、該作動ガス供給装置から供給される作動ガスをクラスタ状態に変化させる縮小拡張ノズルと、該縮小拡張ノズルに連結され前記クラスタ状態の作動ガスを拡散する拡散チャンバーと、該拡散チャンバーに連結され前記クラスタ状態の作動ガスの一部を選別・抽出するスキマーと、該スキマーにより選別・抽出されたクラスタ状態の作動ガスをイオン化させるイオン化装置を備えたソースチャンバーと、前記作動ガスをイオン化させたクラスタイオンの密度を上昇させるレンズ及び前記クラスタイオンを加速させる加速装置を備えた加速チャンバーと、前記加速されたクラスタイオンのイオンビームが薄膜試料の表面に照射されて該試料の表面を平坦化するための工程チャンバーと、を包含して構成され、クラスタイオンのイオンビームを利用して試料の表面を平坦化するものである。

【0007】また、上記加速チャンバーと工程チャンバ

10

20

30

40

ーとの間に設けられ、前記加速されたクラスタ状態の作動ガスが噴射される位置を調節するためのスキャナーを追加して包含してもよい。

【0008】また、上記工程チャンバーの内部には、噴射される前記作動ガスの電流密度を測定するファラデー箱を追加して備えてもよい。さらに、上記工程チャンバーの内部に永久磁石を配置して、上記加速されたクラスタ状態の作動ガス中、軽いモノマーイオンを除去するようにもよい。さらにまた、上記工程チャンバーの内部には、上記噴射される作動ガスのクラスタの大きさを測定するチャンネルトロンを追加して備えてもよい。

【0009】また、上記作動ガスは、CO<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、Ar、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>Oの内から選択されるものである。さらに、上記作動ガス供給装置内の圧力は、作動ガスのクラスタ生成圧力より高く維持されるようになっている。さらにまた、上記レンズは、AINジェルレンズであることが望ましい。

【0010】次に、本発明による薄膜表面処理方法は、作動ガスを供給して縮小拡張ノズルを通過させて拡散チャンバーの内部で断熱膨脹させてクラスタを形成させるクラスタ形成工程と、前記形成されたクラスタを選別・抽出する抽出工程と、前記選別・抽出されたクラスタをイオン化させるイオン化工程と、前記イオン化されたクラスタを加速させる加速工程と、前記加速されたクラスタを薄膜試料の表面に照射して表面を平坦化させる平坦化工程と、を順次行い、クラスタイオンのイオンビームを利用して試料の表面を平坦化するものである。

【0011】また、上記加速工程の後に、上記加速されたクラスタの照射位置を調節する工程を追加して行ってもよい。

【0012】さらに、上記平坦化工程の前に、永久磁石を使用して軽いモノマーイオンを除去して照射されるクラスタを均一化させる工程を追加して行ってもよい。

【0013】また、上記イオン化工程の後に、上記イオン化されたクラスタをフォーカシングする工程を追加して行ってもよい。さらに、上記イオン化されたクラスタをAINジェルレンズを使用してフォーカシングしてもよい。

【0014】また、上記照射されるクラスタの電荷密度を測定して、薄膜試料の表面に照射されるクラスタの電荷密度を調節するものとしてもよい。さらに、上記照射されるクラスタの大きさを測定して、薄膜試料の表面に照射されるクラスタの大きさを調節するものとしてもよい。

【0015】また、上記作動ガスは、CO<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、Ar、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>Oの内から選択されるものとしてもよい。さらに、上記作動ガスを供給する圧力は、作動ガスのクラスタ生成圧力より高く維持するものとしてもよい。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付

図面に基づいて詳細に説明する。図1は本発明による薄膜表面処理システム及び薄膜表面処理方法の実施の形態を示す説明図である。この薄膜表面処理システムは、図1に示したように、作動ガス1を供給する作動ガス供給装置10と、該作動ガス供給装置10から供給される作動ガス1をクラスタ(cluster)状態に変化させる縮小拡張ノズル21と、この縮小拡張ノズルに21連結され前記クラスタ状態の作動ガス1を拡散する拡散チャンバー20と、該拡散チャンバー20に連結されて前記クラスタ状態の作動ガス1の一部を選別・抽出するスキマー(skimmer)22と、該スキマー22により選別・抽出されたクラスタ状態の作動ガス1をイオン化させるイオン化装置31を備えたソースチャンバー30と、前記作動ガス1をイオン化させたクラスタイオンの密度を上昇させるレンズ41及び前記クラスタイオンを加速させる加速装置42を備えた加速チャンバー40と、前記加速されたクラスタイオンのイオンビームが薄膜から成る試料2に照射されて該試料2の表面を平坦化するための工程チャンバー50と、を包含して構成されている。

【0017】このようなクラスタイオンのイオンビームを利用して試料2の表面を平坦化するのに使用される作動ガス1としては、CO<sub>2</sub>、SF<sub>6</sub>、Ar、O<sub>2</sub>及びN<sub>2</sub>Oの中から選択して使用される。特に、本発明の実施形態では常温でクラスタがよく生成されるCO<sub>2</sub>ガスを利用したが、圧力が4気圧以上からクラスタが生成されることを利用して、前記作動ガス供給装置10の作動圧力を5気圧に維持した。即ち、作動ガス供給装置10内の圧力は、作動ガス1をクラスタが生成される圧力より高く維持させることが好ましい。

【0018】また、上記縮小拡張ノズル21は、上記作動ガス供給装置10に連結され、図2に示すように、喉部の直径Dが0.11mmの石英ラバル管(Laval nozzle)を使用した。上記作動ガス供給装置10から供給される作動ガス1は、縮小拡張ノズル21の上記石英ラバル管を通過して真空の拡散チャンバー20の内部に導入されて断熱膨脹しながらクラスタ状態に変換される。

【0019】一方、上記真空の拡散チャンバー20は、上記縮小拡張ノズル21に連結されて、その内部の圧力が上記作動ガス供給装置10の圧力と差が発生するようにブースターポンプ及びロータリーポンプ23を使用して排気することで、約70mTorrに維持される。即ち、作動ガス1は、このような圧力差によって断熱膨脹しながらクラスタが形成されるのである。このように形成された作動ガス1のクラスタは、上記真空の拡散チャンバー20とソースチャンバー30との間に設けられたスキマー22により核心部分が選別されて抽出される。本発明の実施形態では、上記スキマー22の直径が0.5mmとされている。

【0020】上記ソースチャンバー30内の前部には、イオン化装置31が設けられており、上記スキマー22によって選別・抽出された作動ガス1のクラスタがイオン化さ

れる。また、ソースチャンバー30の内部にリフレクトロン32が設けられており、減速電場(retarding field)を印加して前記イオン化装置31を通過した作動ガス1のクラスタの大きさを測定して確認することができる。一方、上記ソースチャンバー30の内部圧力は、ターボ分子ポンプ(turbo molecular pump)33等によって3×10<sup>-7</sup>Torr程度に維持される。

【0021】また、上記イオン化装置31によりイオン化された作動ガス1のクラスタは、加速チャンバー40を通過しながら加速されるが、これは、上記加速チャンバー40内に設けられた加速装置42により行われる。本発明の実施形態では、上記イオン化された作動ガス1のクラスタは、上記加速装置42により150kVまで加速されるようになっている。

【0022】一方、上記イオン化された作動ガス1のクラスタは、加速装置42により加速される前に、そのイオン密度を高めるレンズ41、例えば上記イオン化装置31と加速装置42との間に取り付けられたAINジエルレンズ(einzel lens)によって収束される。上記AINジエルレンズは、上記加速チャンバー40内の前部に取り付けられ、三つの電極に形成されて、真ん中の電極に負(-)の電圧が印加され、両側方の電極は夫々接地させることで上記作動ガス1のクラスタが収束される。

【0023】上記加速チャンバー40を通過して加速された作動ガス1のクラスタは、工程チャンバー50の内部の試料2の表面に照射されることで、該試料2の表面は平坦に処理される。ここで、上記作動ガス1のクラスタの照射位置を調節するために、スキャナー51が上記工程チャンバー50の内部に設けられている。この工程チャンバー50の内部の圧力は、上記ソースチャンバー30と同様にターボ分子ポンプ55等によって調節される。

【0024】本発明の実施形態では、作動ガス1のクラスタイオンは上記スキャナー51によって±10kVまでX-Y軸に、即ち、横軸にスキャニングされるので、試料2の上では約10cm程度の大きさの試料を処理することができる。

【0025】また、上記工程チャンバー50の内部に、約4000ガウス程度の永久磁石52を配置して、作動ガス1のクラスタの加速エネルギーによりクラスタの移動経路を変えて、そのクラスタ中の軽いモノマーイオンを分離させることで、均一な作動ガス1のクラスタイオンビームを得る。このような作動ガス1のクラスタイオンビームは、工程チャンバー50の内部にファラデー箱53を配置してイオン電流密度を測定する。また、そのイオン放射線量を計算するために、工程チャンバー50の内部にチャンネルトロン(channeltron)54を配置して、その大きさを測定することができる。このように測定・計算されたイオン放射線量は、上記作動ガス1のクラスタイオンのイオンビームの照射量を調節することに使用される。

【0026】本発明の実施形態では、特に、有機ELな

どの透明電極に使用されるITO薄膜の表面処理について説明したが、本発明は、セラミック又は金属などの表面の微小突部を除去するのに適用することができ、また、電子漂流を利用したプラズマ加速器の表面洗浄、表面接着力の増大、プラズマ活性化、真空蒸着、薄膜製造、プラズマ及びイオンエッティング等に適用することができる。

【0027】以下、本発明に係る作動ガスをイオン化させたクラスタイオンのイオンビームを利用して表面処理原理及び具体的な実施例について説明する。まず、作動ガスをイオン化させたクラスタイオンのイオンビームを利用した表面処理の原理については、試料表面洗浄及び機能性化において、クラスタを利用する場合に数百から数千個の単原子に構成された巨大分子であって、ファン・デル・ワールス力 (van der Waals' force) の非常に緩い結合である。且つ、大部分のクラスタ構成原子は、表面側に存在してその反応性が非常に高く、これをイオン化して加速エネルギーを加えると、それら構成原子がそのエネルギーを共有することで結局低エネルギーイオンビームを創出することができる。

【0028】また、スパッタリング収率の場合に、巨大分子の衝突及び多重衝突によって10~100程度の高い収率を見せるので、高速エッティングをすることができるし、表面の水平方向に運動量及びエネルギーを伝達することでナノメータ (nm) 以下の表面粗さ (surface roughness) を有する表面処理が可能である。且つ、浸透の深さが非常に浅いので、ULSI用の100nm以下の接合深さを有する場合に非常に有用である。

【0029】一方、作動ガスのクラスタイオンは、100kVの加速エネルギーを加えると、表面浸蝕 (surface erosion) 現象によりダイアモンド、石英などの超硬度物質により表面をマイクロ機械加工し得る多様な特性を有したイオンビームソースである。

【0030】本発明では、このような作動ガスのクラスタイオンを利用するため、石英ラバーパル管を利用して断熱膨脹によりクラスタが生成されるよう、差動真空システム (differential pumping system) を用いた。このように生成されたクラスタは、イオン化された後に加速されて試料2の薄膜表面に形成された微小突部などを除去すると同時に高度に平坦化させる。

【0031】図3は、本発明による薄膜表面処理システムにおいて、縮小拡張ノズル21を通過した時に、飛行時間測定法により測定したCO<sub>2</sub>クラスタを示すグラフである。ここで、作動ガス供給装置10内の圧力は、5気圧であって、飛行時間測定法によりクラスタ状態の作動ガスの大きさの分布を測定した。この時に、AINジエルレンズから成るレンズ41の一端には200Vのパルスを印加して、シャッターパルス時間10μsの間に通過したクラスタの分布を上記レンズ41から1.8m程度離れて装着されたチャンネルトロン54でオシロスコープを通じて測定し

た。

【0032】図3において、飛行時間50μsの時点に見える小さいピークは、CO<sub>2</sub>モノマーイオンの飛行距離を示したものであって、約200μsの付近で一番大きいピークを見せるのは、その大きさが約750個程度のCO<sub>2</sub>分子に構成されたクラスタである。従って、平均クラスタの大きさは、概略750個程度の分子数になる。

【0033】一方、図4はITO薄膜の表面を、図5はCO<sub>2</sub>モノマーイオンビームを利用して処理した表面を、図6はCO<sub>2</sub>クラスタを利用して処理した表面を、それぞれ表示する原子間斥力顕微鏡 (AFM) 写真を示したものである。

【0034】図4に示したように、表面処理前のガラス上に蒸着されたITO薄膜の表面には、150~200Åの微小突部が非常に多く存在し、微小突部が多く存在するにもかかわらず、原子間斥力顕微鏡を利用して表面の粗さを25μm<sup>2</sup>領域内でスキャニングすると、表面粗さ (rms) が1.31nm (13.1Å) 程度に非常に平坦になる。

【0035】また、図5に示したように、20kVの加速エネルギーでCO<sub>2</sub>モノマーイオンビームを利用して1.5×10<sup>11</sup> ions/cm<sup>2</sup>のイオン線量で照射する場合は、微小突部が非常に鋭くなり、表面粗さ (rms) 1.6nmで、それ程向上していない。

【0036】これに比べて、図6に示したように、微小突部があるITO薄膜の表面をCO<sub>2</sub>クラスタイオンビームを25kVの加速エネルギーで、イオン線量5×10<sup>14</sup> clusters/cm<sup>2</sup>で処理すると、微小突部が全部除去されて表面粗さ (rms) が0.94nmで、非常に向上されたことが分かる。

即ち、イオンビームをITO薄膜の表面照射時にその大きさによって内部に浸透することなく、表面上に入射された運動量を、表面上に拡散することで緩和しながら、表面に平行した粒子の運動により微小突部が除去される。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による薄膜表面処理システム及び薄膜表面処理方法によれば、従来の電子漂流を利用してプラズマ加速器にXe、Krなどの高価なガスを使用することなく、簡単な冷却装置を利用してAr、Ne、窒素及び酸素などの低廉なガスのイオン化効率を向上し得るという効果がある。また、試料の表面の損傷を最大限減らして、迅速な蝕刻率で試料の表面の微小突部を除去することができると共に、表面粗さをnm以下に高度に平坦化し得るという効果がある。さらに、試料の表面に存在する微小突部を除去することで、有機ELなどの透明電極に使用するときに、微小突部に集中する強い電場効果を除去して、均一な色相を得ることができ、寿命を延長し得るという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による薄膜表面処理システム及び薄膜表面処理方法の実施の形態を示す説明図である。

【図2】 上記薄膜表面処理システムに用いる縮小拡張

ノズルの喉部を示す概略断面図である。

【図3】 本発明による薄膜表面処理システムにおいて縮小拡張ノズルを通過した時に、飛行時間測定法により測定したCO<sub>2</sub>クラスタを示すグラフである。

【図4】 ITO薄膜の表面を表示する原子間斥力顕微鏡(AFM)写真を示したものである。

【図5】 CO<sub>2</sub>モノマーイオンビームを利用して処理した表面を表示する原子間斥力顕微鏡(AFM)写真を示したものである。

【図6】 CO<sub>2</sub>クラスタイオンを利用して処理した表面を表示する原子間斥力顕微鏡(AFM)写真を示したものである。

【符号の説明】

1…作動ガス

2…試料

10…作動ガス供給装置

20…拡散チャンバー

21…縮小拡張ノズル

22…スキマー

23…ブースタポンプ及びロータリポンプ

30…ソースチャンバー

31…イオン化装置

32…リフレクトロン

33…ターボ分子ポンプ

40…加速チャンバー

10 41…レンズ

42…加速装置

50…工程チャンバー

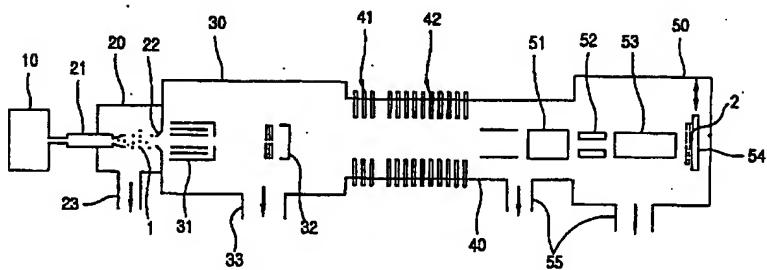
51…スキャナー

52…永久磁石

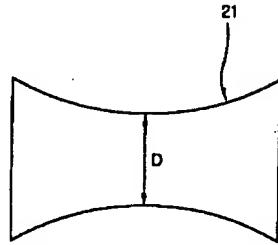
53…ファラデー箱

54…チャンネルトロン

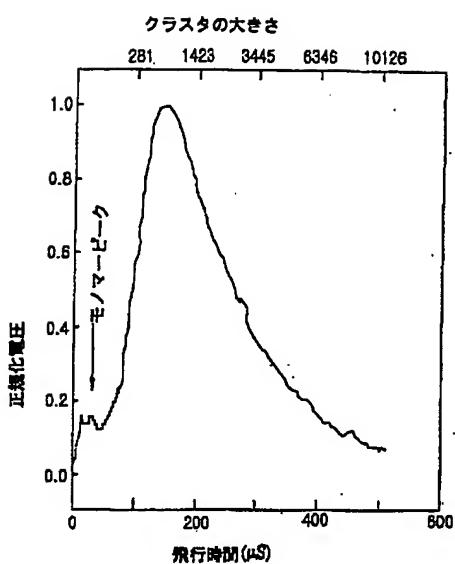
【図1】



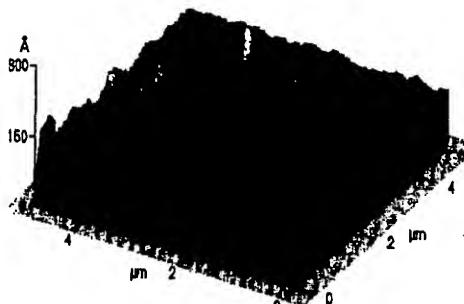
【図2】



【図3】

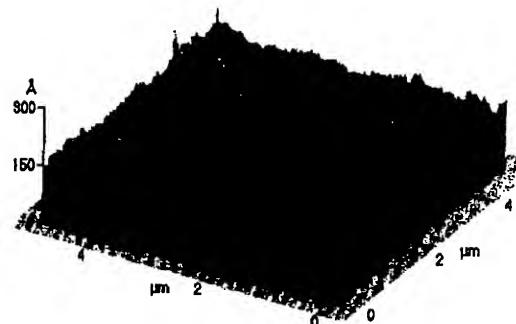


【図4】



Bare ITO  
rms = 1.31 nm

【図5】



$1.5 \times 10^{14} \text{ CO}_2 \text{ ions}/\text{cm}^2$   
rms = 1.6 nm

【図6】



$5 \times 10^{14} \text{ CO}_2 \text{ clusters}/\text{cm}^2$   
rms = 0.94 nm

フロントページの続き

(72)発明者 宋 在 訓

大韓民国京畿道議政府市民樂洞サンデュウ  
ルマエウル現代アパート303-1404

(72)発明者 吳 熙 範

大韓民国ソウル特別市瑞草區蠶院洞60-3  
新盤浦8次アパート306-1103

(72)発明者 尹 德 桂

大韓民国ソウル特別市西大門區延禧3洞30  
5-2-104

F ターム(参考) 3K007 AB04 AB11 DB03 FA01

5F004 AA11 BA11 CB06 DA00 DA18  
DA23 DA26 DB31